



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 10313284

(43)Date of publication of application: 24.11.1998

(51)Int.Cl.

H04J 11/00
H04L 7/00

(21)Application number: 09120962

(22)Date of filing: 12.05.1997

(71)Applicant:

(72)Inventor:

SONY CORP

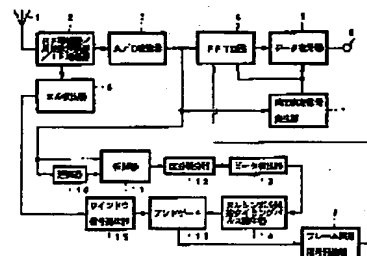
TSURUOKA TATSUYA

(54) DEMODULATOR AND DEMODULATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a frame synchronizing signal synchronously with each frame of an orthogonal frequency division multiplex modulated signal with high accuracy from a frame synchronizing signal generator without being affected by fading and deterioration in the S/N of a received digital orthogonal frequency division multiplex modulated signal.

SOLUTION: The demodulator is provided with a correlation means 11 that detects a correlation between a guard period of a symbol of a received digital orthogonal frequency division multiplex modulated signal and a correlated period to the guard period of a valid symbol of the symbol, a period integration means 12 that integrates the detection output of the correlation means with respect to the guard period, a peak detection means 13 that detects a peak of a triangle wave signal from the period integration means, and frame timing signal generating means 14-16 that generate a frame timing signal of a prescribed frame among the frames. Then a frame synchronizing signal generating means 9 is synchronized with the frame timing signal from the generating means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

記ガード区間と相対する区間との間の相関を抽出し、上記相関の抽出出力を上記ガード区間で区別分割し、区別分割出力である三角波信号のピークを抽出し、数ピーク抽出信号に基づいて、上記各フレームのうちの所定フレームのフレームタイムミニング信号を生成し、該フレームタイムミニング信号によって、上記フレーム同期信号に同期を掛けけるようにしたことを特徴とする復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】
【発明の属する技術分野】本発明は、周波数成分が互いに直交関係にある複数のキャリアを用いて情報信号が変調されてなるデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号を復調する復調装置及び復調方法に関する。

【0002】

【従来の技術】周波数成分が互いに直交関係にある複数のキャリアを用いて情報信号が変調されてなるデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号を復調する復調装置として、ヨーロッパで行われているDAB (Digital Audio Broadcasting: デジタル音信放送) 等が採用されているOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 変調方式 (以下単に、OFDM変調方式と称す) の復調装置が提案されている。

【0003】このOFDM変調は、周波数成分が互いに直交関係にある多数のキャリアを用いる変調方式で、音声データ等のデータを符号化し、その符号化されたデータを各キャリアに割り当てることによって、各キャリアを変調し、各変調キャリアからなる周波数領域のデジタル信号を、逆高速フーリエ変換することによって、時間領域のデジタル信号に変換し、その時間領域のデジタル信号をD/A変換してA/D変換し、そのA/D変換された信号を高速フーリエ変換すれば、各キャリアに割り当てられた符号化されたデータが得られる。【0004】DABにおけるOFDM変調では、2ビットデータに1つのキャリアを割り当てることによって、各キャリアはQPSK (Quadrature Phase Shift Keying: 直交位相変調) 変調されるので、この変調をOFDM-QPSKと呼んでいる。

【0005】OFDM変調では、高速フーリエ変換のポインタ数はキャリアの数に対応し、DAB規格ではモード1によって数が異なり、モード1では1536、モード2では384、モード3では192、モード4では768である。従って、例えば、モード1の場合、OFDM変調によって、2 (ビット) \times 1536 = 3072 (ビット) のデータの伝送が可能となる。この伝送単位をシンボルと呼んでいる。又、モード1、2、4の場合、このシンボルが768個集まったものがフレームと呼ばれ、モード3の場合は、このシンボルが1536個集まったものがフレームと呼ばれる。尚、1フレーム内のシン

ボルの個数には、スルシンボルが入っていない。【0006】DAB信号は、現在のところ、モード1、2、3、4の信号が知られている。DAB信号では、基本周波として、 $T = 1/2.048 \text{ MHz} = 0.00048828 \text{ msec}$ が定められている。ここでは、モード1のDAB信号を代表して図4に示す。図4では、この基本周波Tと、時間とが併記されている。モード1のDAB信号の1フレームは、196608T (= 96 msec) で、継続時間が2656T (= 1.297 msec) の1個のスルシンボル (シンボル番号1=0) と、それに続く継続時間が2552T (= 1.246 msec) の76個のスルシンボル (シンボル番号1=1~76) から構成されている。

【0007】シンボル番号1=1~76のシンボルは、それぞれその始めの部分の継続時間が504T (= 246 msec) のガードインテンパルと、それに続く継続時間が2048T (= 1 msec) の有効シンボルから構成されている。シンボル番号1=1~76の各シンボルの有効シンボルには、 $k = 1536$ 個の互いに周波数を異にするマルチキャリアが含まれている。0で示されるキャリアが中心周波数のキャリア (そのキャリアの間隔がTである)、1536/2 (= 768) で示されるキャリアが最低周波数のキャリア、1536/2 (= 768) で示されるキャリアが最高周波数のキャリアである。1シンボルのデータ量は、1536ビット、48CU (キャリアシニエユニット) \times 64 bits である。

【0008】シンボル番号1=1~76のシンボルの全キャリアがOFDM (オゾンゴナルフリケンシディビジョンマルチアクセス: 直交周波数分割多重) シンボルと称されている。

【0009】例えば、モード1の場合を例にとれば、シンボル番号1=0のスルシンボル、1=1のシンボルはTFPRシンボル (時間周波数位相基準シンボル) とそれぞれば呼ばれ、これら2つのシンボルは、シンクロナイゼーションチャネル (同期チャネル) と呼ばれている。シンボル番号1=2~4はFIC (Fast Forward) インフォメーションチャネル) と呼ばれ、FIC全体は12個のFIB (Fast Forward Information Block) に分割される。残りのシンボル番号1=5~76は4つのCIC (Common Interleave) と呼ばれるものに分割される。

【0010】ところで、DAB信号の各シンボルの継続時間はモード1によって異なり、モード2の各シンボルの継続時間はモード1の各シンボルの継続時間の1/4、モード3の各シンボルの継続時間はモード1の各シンボルの継続時間の1/8、モード4の各シンボルの継続時間はモード1の各シンボルの継続時間の1/2である。【0011】尚、スルシンボルを除くシンボルの継続時間は、モード1では上述したように、2552T (=

1.246 msec) であるが、モード2では638T (= 2552T/4) \times 312.2 msec (= 1.246 msec/4) \times モード3では319T (= 2552T/8) \times 156.1 msec (= 1.246 msec/8) \times モード4では1276T (= 2552T/2) \times 62.3 msec (= 1.246 msec/2) である。

【0012】又、スルシンボルを除くシンボル内の有効シンボルの継続時間T/nは、モード1では上述したように2048T (= 1 msec)、モード2では512T (= 2048T/4) \times 250 msec (= 1 msec/4) \times モード3では256T (= 2048T/8) \times 125 msec (= 1 msec/8) \times モード4では1024T (= 2048T/2) \times 500 msec (= 1 msec/2) である。

【0013】更に、スルシンボルを除くシンボル内のガードインテンパルの時間は、モード1では504T (= 246 msec)、モード2では126T (= 504T/4) \times 61.5 msec (= 246 msec/4) \times モード3では63T (= 504T/8) \times 30.75 msec (= 246 msec/8) \times モード4では252T (= 504T/2) \times 123 msec (= 246 msec/2) である。

【0014】以下に、図3Aを参照して、DAB信号の受信装置 (復調装置) の構成例を説明する。受信アンテナ1よりの受信信号は、RF (高周波) 増幅器/周波数変換器1/F (中周波) 増幅器2に供給されて、それぞれ周波数増幅され、周波数変換され、中間周波増幅されて、ベースバンドのOFDM変調信号が得られ、このOFDM変調信号がA/D変換器3に供給されて時系列のデジタルデータに変換される。

【0015】A/D変換器3からの時系列のデジタルデータは、時間同期信号発生器7に供給され、これより得られたシンボル毎の時間同期信号を高速フーリエ変換回路4及びデバタ復調器5に供給して、高速フーリエ変換のタイミングを制御すると共に、データ復調器5における各種処理に対して同期制御を行う。

【0016】RF増幅器/周波数変換器1/F増幅器2よりの中間周波信号が、スル抽出信号 (図3C) が抽出され、供給されて、スル抽出信号 (図3C) が検出される。このスル抽出信号はフレーム同期信号発生器9に供給される。このフレーム同期信号発生器9は、フレーム同期信号を発生するパルス発生器であるが、DAB信号の最初又は次のフレームのスル抽出信号 (図3C) で同期を掛ける必要がある。そこで、スル抽出信号の開始タイミング (図3D) が検出され、フレーム同期信号発生器9から、スルシンボルの開始タイミングに一致するフレーム同期信号 (図3D) が発生する。このフレーム同期信号は高速フーリエ変換回路4に供給さ

れ、その内部で、フレーム同期中のスルシンボルを除くフレーム同期信号 (図3E) が作られる。

【0017】A/D変換器3よりの時系列のデジタルデータは、高速フーリエ変換回路4に供給されて、周波数系列のデジタルデータに変換される。高速フーリエ変換回路4よりの周波数系列のデジタルデータは、データ復調器5に供給されて復調され、出力端子6に復調されたデータが出力される。このデータ復調器5は、順次復調回路4、エラー訂正回路から構成される。

【0018】

【説明が解決しようとする課題】このように、従来の復調装置 (DAB受信機) では、スル抽出信号によって、フレーム同期信号発生器に同期を掛けけるので、DAB信号のタイミングがDAB信号S/N低下によって、スル抽出信号のタイミングがずれると、フレーム同期信号発生器からのタイミングからずれてしまし、その結果、高速フーリエ変換回路4内で発生するフレーム同期信号のタイミングも、DAB信号のスルシンボルを除くフレーム同期からずれてしまし、そもそも不足した場合に、スルシンボルの次のTFPRシンボル (時間同期信号発生器) 単一シンボルの評価ができなくなるのと、フレーム同期信号発生器9に対し、同期の掛け直しが必要になってくる。

【0019】かかる点に鑑み、本発明は、周波数成分が互いに直交関係にある複数のキャリアを用いて情報信号が変調されてなるデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号が供給されて、そのデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号の各フレームを構成するシンボルに同期した時間同期信号を発生する時間同期信号発生手段と、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号の各フレームに同期した直交周波数分割多重重畳変調信号の各フレームに同期したフレーム同期信号を発生するフレーム同期信号発生手段と、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号が供給されて、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号を高速フーリエ変換手段より復調されたデジタル情報信号が得られるようにした復調装置において、受信したデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号のフェージング、S/Nの低下に影響されることなく、フレーム同期信号発生器から、直交周波数分割多重重畳変調信号の各フレームに高精度に同期したフレーム同期信号が得られるものを提案しようとするものである。

【0020】又、本発明は、周波数成分が互いに直交関係にある複数のキャリアを用いて情報信号が変調されてなり、各フレームがスルシンボル、同期シンボル及びそれに続く複数のシンボルから構成されてなるデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号が供給されて、そのデジタル直

交周波数分増多重被変調信号の各フレームを構成するシンボルに同期した時間間隔を発生する時間同期信号の発生手段と、同期したフレーム間隔を発生するフレーム間隔発生手段と、デジタル直交周波数分増多重被変調信号、フレーム間隔信号及び時間同期信号が供給されて、デジタル直交周波数分増多重被変調信号を高速フーリエ変換して、復調されたデジタル情報信号が得られる高速フーリエ変換手段とを備え、フレーム間隔信号に基づいて、高速フーリエ変換手段における同期シンボル及びそれに続く複数のシンボルに対するウインドウ信号を生成するようにした変調装置において、受信したデジタル直交周波数分増多重被変調信号のフェージング、S/Nの低下に影響されることなく、高速フーリエ変換手段における各フレームの同期シンボル及びそれに続く複数のシンボルに落着面に同期したウインドウ信号を生成できるものを提案しようとするものである。

【0021】更に、本発明は、周波数成分が互いに直交する周波数成分を用いて情報信号が変調される周波数成分が重畳多重変調信号に比べて、そのデジタル直交変調波数成分が重畳多重変調信号の各フレームを構成するシンボル間隔と同じ時間間隔を発生し、デジタル直交変調波数成分が重畳多重変調信号の各フレームに同期したフレーム同期信号を発生し、フレーム同期信号及び時間同期信号を用いて、デジタル直交変調波数成分が重畳多重変調信号を高速フーリエ変換して、復調されているデジタル情報信号を得るようにした復調方法において、受信したデジタル直交変調波数成分が重畳多重変調信号のフレーム同期信号、S/Nの低下に容れられることなく、フレーム同期信号発生部から、直交変調波数成分が重畳多重変調信号の各フレームに高精度に同期したフレーム同期信号が得られるものを提案しようとするものである。

【0022】更に、本発明は、周波数成分が互いに直交する四元にある複数のキャリアを用いて情報信号が変調され、さらに、各複数のシンボルから構成されるデジタル直交変調波分割多重複波変調信号を発生し、デジタル直交変調波分割多重複波変調信号の各フレームに同期したフレーム同期信号を発生し、フレーム同期信号及び時間同期信号を使用して、デジタル直交変調波分割多重複波変調信号に基づいて、高速フーリエ変換し、高速フーリエ変換におけるウェインッド信号を生成する。また、高速フーリエ変換におけるウェインッド信号及びそれに続く複数のシンボルに対して、受信したデジタル直交変調波分割多重複波変調信号のフェージング、S/Nの低下に影響されることなく、高速フーリエ変換手段における各フレームの同期したウェインッド信号を生成できるもの

を提案しようとするものである。

【0023】
【課題】を解決するための手段】第1の本発明は、周波数成分が互いに直交関係にある複数のキャリアを用いて情報信号が変調されてなるデジタル直交周波数分割多重変調信号が供給されて、そのデジタル直交周波数分割多重変調信号が供給されて、そのデジタル直交周波数分割多重変調信号の各フレームを構成するシンボルに同期し、直交周波数分割多重変調信号の各フレームに同期した時間同期信号を発生する時間同期信号発生手段と、デジタル直交周波数分割多重変調信号の各フレームに同期した時間同期信号を発生するフレーム同期信号発生手段と、デジタル直交周波数分割多重変調信号が供給されて、デジタル直交周波数分割多重変調信号を高速フーリエ変換する高速フーリエ変換手段と、その高速フーリエ変換手段で変換されたデジタル直交周波数分割多重変調信号が得られるようにした復調装置において、デジタル直交周波数分割多重変調信号のシンボルのガード区間と、そのシンボルの有効信号のシンボルのガード区間と、そのシンボルの有効信号のシンボルのガード区間と相関のある区間との相関を抽出する区間相関の抽出出力をガード区間で区別する区別手段と、その区別手段により、その区別信号のピークを検出するピーク検出手段と、そのピーク検出手段よりピーク検出信号に基づいて、各フレームのうちの所定フレームのフレームタイミング信号を生成するフレームタイミング信号生成手段とを有し、そのフレームタイミング信号生成手段よりのフレームタイミング信号に基づいて、フレーム同期信号発生手段に同期を掛けようとしたものである。

【0024】かかる第1の本発明によれば、相同手段によって、デジタル変換波長増倍重畳変調信号のシンボルのガード区間と、そのシンボルの有効シンボルのガード区間と相同のある区間の間の間を検出し、区間積分手段によって、その相同手段の検出出力をガード区間で区積分し、ピーク検出手段によって、その区間積分手段より得られるピークを検出し、フレームタイミング抽出手段によって、各フレームのうちそのピーク抽出結果に基づいて、各フレームの立ち上がり位置フレームのフレームタイムライン番号を生成し、そのフレームタイムライン番号を生成したフレーム番号を生成し、フレーム同期発生手段によって、フレーム同期発生手段に同期を掛ける。

【0025】
【発明の詳細な説明】以下に、図1を参照して、本発明の実施例を詳細に説明するも、図1においては、図3Aと対応する部分には、同一番号を付してある。受信アンテナ1ナ1よりの受信信号は、RF（高周波）増幅器/周波数変換器/IF（中間周波）増幅器2に供給されて、それぞれ高周波増幅され、周波数増幅され、中間周波増幅され、ベースバンドのOAF/D被変調信号が得られ、このOAF/D被変調信号がA/D変換器3に供給されて、この系列のデジタルデータに変換される。

【0026】A/D変換器3よりの時系列のデジタルデータは、高速フーリヤ変換回路4に供給されて、周波数変換器4よりの周波数系列のデジタルデータは、データ変換回路4よりの周波数系列のデジタルデータ6に復号されたデータ5に供給されて復号され、出力端子6に復号されたデータ5が出力される。このデータ復号器5は、順次磁気記録された周波数データインタリーブ回路、時間データインタリーブ回路、エラー訂正回路から構成される。

【0027】A/D変換器3からの時系列のデジタルデータは、時間同期信号発生器7に供給され、これより得られた各フレームのシンボル毎の時間同期信号を高速フーリエ変換回路4及びデータ復号器5に供給して、高速フーリエ変換の出力タイミングを制御する共に、データ復号器5における各画素に付し同期制御を行う。

【0028】R 増幅器/周波数変換器／1 F 増幅器 2 により中間周波信号が、スル検出器（包括検波回路）8 に供給されて、スル検出信号（図 2 F）が検出される。このスル検出信号がウインドウ信号発生器 15 に供給されて、図 2 F のスル検出信号の 0 期間（低レベル期間）を含み、その 0 期間を前後に広げた期間に対応する 1 期間（高レベル期間）を有するウインドウ信号（図 2 H）を発生する。

【0029】図2に示す如く、D/A変換器2よりのデジタルデコーダのフューム中の各シンボルは、その先頭部のガードインターバル(ガード区間)と、それに続く有効シンボル期間とから構成される。更に、その有効シンボル期間の最後の部分には、ガードインターバルと同じ長さのガードインターバルと相間を有する相間期間が設けられている。

【0030】A/D変換器3よりのデジタルデータ(図2A)は、直後同期器11に供給されると共に、有線シリアルポートの期間に相当する基準値を有する遅延器10に供給して遅延させ、その遅延されたデジタルデータ(図2B)を同期器11に供給して、両同期の相関を検出する。尚、この相関は、遅延器及び遅延した信号の掛け算によって行われる。かくすると、原信号の同期期間及び受信側主信号の同期・主シンクパルスに対応する部分で読み取られる同期器11(図2C)が、同期器11から出力される。

【0031】相図器11よりの相図番号は、区分積分器12に供給されて、ガードインターバルで区分積分される。この相図番号の区分積分番号は、図2Dに示す如く、相図番号の範囲においてより傾斜を有し、相図番号の終了後においてより傾斜を有する線対称の三角波形状の信号である。

【0032】この区分番号信号は、ピーク検出器13に供給されてピーク検出されて、シンボルの開始又は終了タイミングを表すピーク検出番号(図2E)が出力される。このピーク検出番号はマルチンボル開始タイミングパルス発生器14に供給されて、これよりDAB信号の

最初又は次のフレームのマルチンボル開始タイミングがブルス（図2G）が得られる。マルチンボル開始タイミングは、ピーク検出信号のタイミングと一致して出力されたタイミング信号によって、マルチンボルの送信元装置により、ピーク検出信号のタイミングから計算されて出力されたタイミング信号で、マルチンボルの開始位置に一致する信号であるが、フェーディングや受信信号のS/Nの低下等によって、マルチンボルの位相が、マルチンボルの明間と一致しなくなった場合は、マルチンボルの開始タイミングと一致しない。

【0033】 しかして、ワインドダウン回路15より
のワインドダウン信号（図2H）と、スルシンボル開始タイ
ミングパルス（図2G）とが、アンドゲート16に供給され
られて、アンドゲート出力パルス（図2I）が出力され
る。そして、このアンドゲート出力パルスが、フレイム
同期信号発生器9に供給されて同期が付けられて、それ
以後、スルシンボル開始タイミングパルスに同期したフ
レイム同期信号（図2J）が発生する。このフレイム同
期信号は高速フーリエ変換回路4に供給され、その内部
で、フレイム同期中のスルシンボルを露くフレイムワイ
ンドダウン信号（図2K）が作られる。

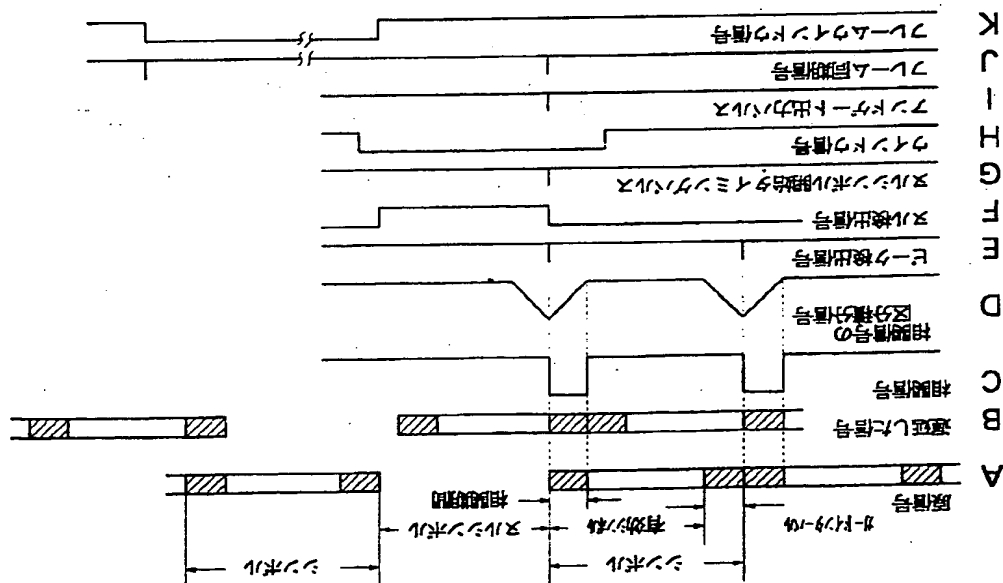
[0034]

【発明の効果】第１の本発明によれば、周波数成分が互いに直交関係にある複数のキャリアを用いて情報信号が生成・変調されてなるデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号が供給されて、そのデジタル直交周波数分割多重重畳変調信号の各フレームの各フレームを構成するシンボルに同期した時間同期信号を発生する時間同期信号発生手段と、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号の各フレームに同期したフレーム同期信号を発生するフレーム同期信号発生手段と、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号、フレーム同期信号及び時間同期信号が供給されて、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号を高速度フーリエ変換される高速フーリエ変換手段と、その高速フーリエ変換手段より復調されたデジタル情報信号が得られるようにした復調装置を備えて、デジタル直交周波数分割多重重畳変調信号の中のカー・ドワウンと、そのシンボルのある区間の相関を利用する相関手段と、その相関手段の検出出力を、ドワウンで

区分積分する区分積分手段と、その区分積分手段よりの三角波番号のピークを抽出するピーク抽出手段と、そのピーク抽出手段よりのピーク抽出番号に基づいて、各フレームのうちの所定フレームのフレームタイミング番号より生成するフレームタイミング番号生成手段とを有し、そのフレームタイミング番号生成手段よりのフレームタ

タイミング信号によって、フレーム同期信号発生手段に同期を掛けるようにしたので、受信したデジタル放送波は、数分間多重搬送波調信号のフェージング、S/Nの低下に、直接影響されることがなく、フレーム同期信号発生器から、放送波数分間多重搬送波調信号の各フレームに高精度に同期

【図2】



【図3】

